

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ГУМАНИТАРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ**

А.А. Токова
А.М. Кочкаров

ТЕОРИЯ МАТРИЦ, СПЕКТРЫ ГРАФА И ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ

Учебно-методическое пособие для обучающихся направления
подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника
направленность (профиль) Математическое моделирование,
численные методы и комплексы программ для
очной и заочной форм обучения

Черкесск
2018

УДК 519.17
ББК 22.176
Т.51

Рассмотрено на заседании кафедры математики.
Протокол № 2 от «21» сентября 2018 г.
Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом СевКавГГТА.
Протокол № 15 от «30» октября 2018 г.

Рецензенты: Коркмазова З.О. – к. ф.-м. н., доцент кафедры математики
Хубиев Р.Х. – к. ф.-м. н., доцент кафедры математики

Т51 Токова, А.А., Кочкаров, А.М. Теория матриц, спектры графа и их приложения: учебно-методическое пособие для обучающихся направления подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника направленность (профиль) Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ для очной и заочной форм обучения / А.А. Токова, А.М. Кочкаров. – Черкесск: БИЦ СевКавГГТА, 2018. – 12 с.

Учебно-методическое пособие Теория матриц, спектры графа и их приложения для обучающихся направления подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника направленность (профиль) Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ для очной и заочной форм обучения содержит методические указания для обучающихся по освоению дисциплины, фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

**УДК 519.17
ББК 22.176**

© Кочкаров А.М., Токова А.А., 2018
© ФГБОУ ВО СевКавГГТА, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| 1. Цель и задачи дисциплины..... | 4 |
| 2. Содержание и структура дисциплины..... | 4 |
| 3. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине..... | 4 |
| 4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины..... | 6 |
| 5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине..... | 9 |
| 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины..... | 11 |
| 6.1. Основная литература..... | 11 |
| 6.2. Дополнительная литература..... | 12 |
| 6.3. Периодические издания..... | 12 |
| 6.4. Интернет-ресурсы, справочные системы..... | 12 |

1. Цель и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины «Теория матриц, спектры графа и их приложения» являются: уяснение основных сведений по курсу теории матриц, изучение и вычисление спектров графов, приложение спектров графов для характеристики фрактальных и предфрактальных графов для последующего использования им этих сведений в прикладном аспекте.

Задачи дисциплины: выработать практические навыки применения методов теории матриц.

2. Содержание и структура дисциплины

Содержание дисциплины

| № п/п | Наименование тем (разделов) | Содержание тем (разделов) |
|--------|---|---|
| Тема 1 | Основные свойства спектра графа | Матрицы смежности и обыкновенный спектр графа Общий метод определения различных типов спектров графа |
| Тема 2 | Операции над графами и результирующие спектры | Многочлен графа. Спектр дополнения, прямой суммы и полного произведения графов. Процедуры сведения для вычисления характеристического многочлена. Реберные и тотальные графы. Определение характеристических многочленов и спектров графов некоторых специальных типов |
| Тема 3 | Связи между спектральными и структурными свойствами | Орграфы. Графы. Регулярные графы. Собственные векторы |
| Тема 4 | Делитель графа | Понятие делителя. Делитель и покрытие. Обобщение понятия делителя. Свойства симметрии и делителя графов. Факторизация характеристического многочлена с помощью делителя |
| Тема 5 | Характеризация графов посредством их спектров | Некоторые семейства неизоморфных коспектральных графов. Характеризация графа с помощью его спектра. Характеризация и другие спектральные свойства реберных графов. Метрические регулярные графы. |
| Тема 6 | Спектральные методы в теории графов и комбинаторике | Существование и не существование некоторых комбинаторных объектов. Сильно регулярные и транзитивные по расстоянию графы. Связность и двудольность некоторых произведений графов. Экстремальные задачи. |

3. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Вопросы для самостоятельной подготовки к лекционным занятиям и занятиям практического (семинарского) типа:

1. Матрицы смежности и обыкновенный спектр графа

2. Спектр дополнения, прямой суммы и полного произведения графов
3. Процедуры сведения для вычисления характеристического многочлена
4. Реберные и тотальные графы.
5. Определение характеристических многочленов и спектров графов некоторых специальных типов
6. Регулярные графы
7. Понятие делителя.
8. Делитель и покрытие. Обобщение понятия делителя.
9. Свойства симметрии и делителя графов.
10. Факторизация характеристического многочлена с помощью делителя
11. Метрические регулярные графы.
12. Связность и двудольность некоторых произведений графов.

Вопросы для обсуждения на практических (семинарских) занятиях

Практическое занятие № 1 (2 часа).

Тема 1. Основные свойства спектра графа

Цель занятия: Выявление основных свойств спектра графа

Вопросы для обсуждения:

1. Матрицы смежности и обыкновенный спектр графа
2. Общий метод определения различных типов спектров графа

Практическое занятие № 2 (4 часа).

Тема 2. Операции над графами и результирующие спектры

Цель занятия: Изучение операции над графами и результирующего спектра

Вопросы для обсуждения:

1. Многочлен графа
2. Спектр дополнения, прямой суммы и полного произведения графов
3. Процедуры сведения для вычисления характеристического многочлена
4. Реберные и тотальные графы.
5. Определение характеристических многочленов и спектров графов некоторых специальных типов

Практическое занятие № 3 (2 часа).

Тема 3. Связи между спектральными и структурными свойствами графов

Цель занятия: Построение связи между спектральными и структурными свойствами графов

Вопросы для обсуждения:

1. Орграфы
2. Графы
3. Регулярные графы
4. Собственные векторы

Практическое занятие № 4 (2 часа).

Тема 4. Делитель графа

Цель занятия: Исследование делителя графа

Вопросы для обсуждения:

1. Понятие делителя.
2. Делитель и покрытие. Обобщение понятия делителя.
3. Свойства симметрии и делителя графов.
4. Факторизация характеристического многочлена с помощью делителя

Практическое занятие № 5 (4 часа).

Тема 5. Характеризация графов посредством их спектров

Цель занятия: Изучение характеристики графов посредством их спектров

Вопросы для обсуждения:

1. Некоторые семейства неизоморфных коспектральных графов.
2. Характеризация графа с помощью его спектра.
3. Характеризация и другие спектральные свойства реберных графов.
4. Метрические регулярные графы.

Практическое занятие № 6 (4 часа).

Тема 6. Спектральные методы в теории графов и комбинаторике

Цель занятия: Изучение спектральных методов в теории графов и комбинаторике

Вопросы для обсуждения:

1. Существование и не существование некоторых комбинаторных объектов.
2. Сильно регулярные и транзитивные по расстоянию графы.
3. Связность и двудольность некоторых произведений графов.
4. Экстремальные задачи.

Темы докладов

1. Спектр дополнения, прямой суммы и полного произведения графов
2. Процедуры сведения для вычисления характеристического многочлена
3. Определение характеристических многочленов и спектров графов некоторых специальных типов
4. Делитель и покрытие. Обобщение понятия делителя.
5. Факторизация характеристического многочлена с помощью делителя
6. Некоторые семейства неизоморфных коспектральных графов.
7. Характеризация графа с помощью его спектра.
8. Характеризация и другие спектральные свойства реберных графов.
9. Существование и не существование некоторых комбинаторных объектов.
10. Сильно регулярные и транзитивные по расстоянию графы.

4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Дисциплина «Теория матриц, спектры графа и их приложения» предусматривает проведение лекций и практических занятий. Изучение дисциплины завершается зачетом (4, 5 семестр).

Успешное освоение дисциплины требует посещения лекционных занятий активное участие в работе на практических занятиях, выполнения различных форм самостоятельной работы, всех учебных заданий, изучение рекомендованной основной и дополнительной литературы.

Методические указания для подготовки обучающихся к лекционным занятиям.

Лекции составляют основу теоретического обучения и дают систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрывают состояние и перспективы развития соответствующей области науки, концентрируют внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулируют их активную познавательную деятельность и способствуют формированию творческого мышления.

Ведущим методом в лекции выступает устное изложение учебного материала, сопровождающееся использованием мультимедиа аппаратуры.

Лекция является исходной формой всего учебного процесса, играет направляющую и организующую роль в самостоятельном изучении предмета. Важнейшая роль лекции заключается в личном воздействии лектора на аудиторию.

Основная дидактическая цель лекции - обеспечение ориентировочной основы для дальнейшего усвоения учебного материала. Построение лекций по дисциплине «Теория матриц, спектры графа и их приложения» осуществляется на основе принципов научно-

сти (предполагает воспитание диалектического подхода к изучаемым предметам и явлениям, диалектического мышления, формирование правильных представлений, научных понятий и умения точно выразить их в определениях и терминах, принятых в науке)

На лекциях раскрываются основные теоретические аспекты, приводятся примеры реализации на практике, освещается достигнутый уровень формализации деятельности по автоматизации процессов.

Специфической чертой изучения данного курса является то, что приобретение умений и навыков работы невозможно без систематической тренировки, которая осуществляется на практических занятиях.

Основное внимание в лекции сосредотачивается на глубоком, всестороннем раскрытии главных, узловых, наиболее трудных вопросов темы. Уже на начальном этапе подготовки лекции решается вопрос о соотношении материалов учебника и лекции.

Для того чтобы лекция для обучающегося была продуктивной, к ней надо готовиться. Подготовка к лекции заключается в следующем:

- узнать тему лекции (по тематическому плану, по информации лектора),
- прочитать учебный материал по учебнику и учебным пособиям,
- уяснить место изучаемой темы в своей профессиональной подготовке,
- выписать основные термины,
- ответить на контрольные вопросы по теме лекции,
- уяснить, какие учебные элементы остались неясными,
- записать вопросы, которые можно задать лектору на лекции.

В ходе лекционных занятий обучающийся должен вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Указания по конспектированию лекций:

- не нужно стараться записать весь материал, озвученный преподавателем. Как правило, лектором делаются акценты на ключевых моментах лекции для начала конспектирования;
- конспектирование необходимо начинать после оглашением главной мысли лектором, перед началом ее комментирования;
- выделение главных мыслей в конспекте другим цветом целесообразно производить вне лекции с целью сокращения времени на конспектирование на самой лекции;
- применение сокращений приветствуется;
- нужно избегать длинных и сложных рассуждений;
- дословное конспектирование отнимает много времени, поэтому необходимо опускать фразы, имеющие второстепенное значение;
- если в лекции встречаются неизвестные термины, лучше всего отметить на полях их существование, оставить место для их пояснения и в конце лекции задать уточняющий вопрос лектору.

Конспектирование и рецензирование, таким образом, это процесс выделения основных мыслей текста, его осмысления и оценки содержащейся в нем информации. Данный вид учебной работы является видом индивидуальной самостоятельной работы обучающегося.

Методические указания для подготовки обучающихся к практическим занятиям.

В процессе подготовки и проведения практических занятий обучающиеся закрепляют полученные ранее теоретические знания, приобретают навыки их практического применения, опыт рациональной организации учебной работы, готовятся к сдаче зачета и экзамена.

Поскольку активность на практических занятиях является предметом внутрисеместрового контроля его продвижения в освоении курса, подготовка к таким занятиям требует ответственного отношения.

При подготовке к занятию в первую очередь должны использовать материал лекций и соответствующих литературных источников. Самоконтроль качества подготовки к каждому занятию осуществляют, проверяя свои знания и отвечая на вопросы для самопроверки по соответствующей теме.

Входной контроль осуществляется преподавателем в виде проверки и актуализации знаний обучающихся по соответствующей теме.

Выходной контроль осуществляется преподавателем проверкой качества и полноты выполнения задания.

Подготовку к практическому занятию каждый обучающийся должен начать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала, а затем изучение обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме.

Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса. Результат такой работы должен проявиться в способности обучающегося свободно ответить на теоретические вопросы, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий.

Предлагается следующая опорная схема подготовки к практическим занятиям.

1. Ознакомление с темой практического занятия. Выделение главного (основной темы) и второстепенного (подразделы, частные вопросы темы).

2. Освоение теоретического материала по теме с опорой на лекционный материал, учебник и другие учебные ресурсы. Самопроверка: постановка вопросов, затрагивающих основные термины, определения и положения по теме, и ответы на них.

3. Выполнение практического задания. Обнаружение основных трудностей, их решение с помощью дополнительных интеллектуальных усилий и/или подключения дополнительных источников информации.

Обучающийся при подготовке к практическому занятию может консультироваться с преподавателем и получать от него наводящие разъяснения, задания для самостоятельной работы.

Дидактические цели практического занятия: углубление, систематизация и закрепление знаний, превращение их в убеждения; проверка знаний; привитие умений и навыков самостоятельной работы с книгой; развитие культуры речи, формирование умения аргументировано отстаивать свою точку зрения, отвечать на вопросы слушателей; умение слушать других, задавать вопросы.

Задачи: стимулировать регулярное изучение программного материала, первоисточников; закреплять знания, полученные на уроке и во время самостоятельной работы; обогащать знаниями благодаря выступлениям товарищей и учителя на занятии, корректировать ранее полученные знания.

Функции практического занятия:

- учебная (углубление, конкретизация, систематизацию знаний, усвоенных во время занятий и в процессе самостоятельной подготовки к семинару);

- развивающая (развитие логического мышления учащихся обучающихся, приобретение ими умений работать с различными литературными источниками, формирование умений и навыков анализа фактов, явлений, проблем и т.д.);

- воспитательная (воспитание ответственности, работоспособности, воспитание культуры общения и мышления, привитие интереса к изучению предмета, формирование потребности рационализации и учебно-познавательной деятельности и организации досуга)

- диагностическая -коррекционную и контролирующую (контроль за качеством усвоения обучающимися учебного материала, выявление пробелов в его усвоении и их преодоления)

- организация самостоятельной работы обучающихся содержит объяснение содержания задачи, методики его выполнения, краткую аннотацию рекомендованных источников информации, предложения по выполнению индивидуальных заданий.

5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень вопросов к зачету:

- Матрицы смежности и обыкновенный спектр графа
2. Общий метод определения различных типов спектров графа
 3. Многочлен графа
 4. Спектр дополнения, прямой суммы и полного произведения графов
 5. Процедуры сведения для вычисления характеристического многочлена
 6. Реберные и тотальные графы.
 7. Определение характеристических многочленов и спектров графов некоторых специальных типов
 8. Орграфы
 9. Графы
 10. Регулярные графы
 11. Собственные векторы
 12. Понятие делителя.
 13. Делитель и покрытие. Обобщение понятия делителя.
 14. Свойства симметрии и делителя графов.
 15. Факторизация характеристического многочлена с помощью делителя
 16. Некоторые семейства неизоморфных коспектральных графов.
 17. Характеризация графа с помощью его спектра.
 18. Характеризация и другие спектральные свойства реберных графов.
 19. Метрические регулярные графы.
 20. Существование и не существование некоторых комбинаторных объектов.
 21. Сильно регулярные и транзитивные по расстоянию графы.
 22. Связность и двудольность некоторых произведений графов.
 23. Экстремальные задачи.

Показатели и критерии оценивания компетенций по этапам их формирования

| Наименование темы (раздела) | Код компетенции | Код ЗУН | Показатели оценивания | Критерии оценивания | Оценка (баллы) |
|--|-----------------|-----------|-----------------------|--|-------------------|
| Тема 1. Основные свойства спектра графа | ОПК-1 | 35 | пороговый уровень | Знает: Матрицы смежности графа | Удовлетворительно |
| | | | базовый уровень | Знает: Матрицы смежности и обыкновенный спектр графа | Хорошо |
| | | | высокий уровень | Знает: Матрицы смежности и обыкновенный спектр графа. Общий метод определения различных типов спектров графа | Отлично |

| | | | | | |
|---|---------------|-----------|-----------------------------|--|-----------------------------|
| Тема 2. Операции над гра- фами и результ- рующие спектры | ОПК-3 | У4 | порого- вый уро- вень | Умеет: выделить многочлен графа, спектр дополнения, прямой суммы и полного произведения графов. | Удовле- твори- тельно |
| | | | базовый уровень | Умеет: выделить многочлен графа, спектр дополнения, прямой суммы и полного произведения графов. Процедурами сведения для вычисления характеристического многочлена. | хорошо |
| | | | высокий уровень | Умеет: выделить многочлен графа, спектр дополнения, прямой суммы и полного произведения графов. Процедурами сведения для вычисления характеристического многочлена. Реберные и тотальные графы. Определение характеристических многочленов и спектров графов некоторых специальных типов | отлично |
| Тема 3. Связи между спек- тральны- ми и структур- ными свойства- ми графов | ОПК-3 | В4 | порого- вый уро- вень | Владеет: формулировками спек-тральных и структурных графов | удовле- твори- тельно |
| | | | базовый уровень | Владеет: навыками выполнения операции над спектральными и структурными графами | хорошо |
| | | | высокий уровень | Владеет: навыками устанавливать связи между спектральными и структурными свойствами графов | отлично |
| Тема 4. Делитель графа | УК5 | З3 | порого- вый уро- вень | Знает: Понятие делителя. Делитель и покрытие. | удовле- твори- тельно |
| | | | базовый уровень | Знает: Понятие делителя. Дели-тель и покрытие. Обобщение по-нятия делителя. Свойства симмет-рии и делителя графов. | хорошо |
| | | | высокий уровень | Знает: Понятие делителя. Делитель и по-крытие. Обобщение понятия дели-теля. Свойства симметрии и дели-теля графов. Факторизация харак-теристического многочлена с по-мощью делителя | отлично |
| Тема 5. Характе- ризация графов посредст- вом их спектров | ПК - 1 | З3 | порого- вый уро- вень | Знает: Некоторые семейства не-изоморфных коспектральных гра-фов. Характеризация графа с по-мощью его спектра. | удовле- твори- тельно |
| | | | базовый уровень | Знает: Некоторые семейства не-изоморфных коспектральных гра-фов. Характеризация графа с по-мощью его спектра. | Хорошо |

| | | | | | |
|--|-------------|-----------|-------------------|---|-------------------|
| | | | | Характеризация и другие спектральные свойства реберных графов. | |
| | | | высокий уровень | Знает: Некоторые семейства не-изоморфных коспектральных графов. Характеризация графа с помощью его спектра. Характеризация и другие спектральные свойства реберных графов. Метрические регулярные графы. | Отлично |
| Тема 6. Спектральные методы в теории графов и комбинаторики | УК-1 | 38 | пороговый уровень | Знает: Существование и не существование некоторых комбинаторных объектов. | Удовлетворительно |
| | | | базовый уровень | Знает: Существование и не существование некоторых комбинаторных объектов. Сильно регулярные и транзитивные по расстоянию графы. | Хорошо |
| | | | высокий уровень | Знает: Существование и не существование некоторых комбинаторных объектов. Сильно регулярные и транзитивные по расстоянию графы. Связность и двудольность некоторых произведений графов. Экстремальные задачи. | Отлично |

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература:

1. Князьков, В.С. Введение в теорию графов [Электронный ресурс]/ В.С. Князьков, Т.В. Волченская. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 76 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73674.html>
2. Михалев, А.А. Алгебра матриц и линейные пространства [Электронный ресурс]/ А.А. Михалев, А.В. Михалев. — Электрон. текстовые данные. — М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 145 с. — 5-9556-0038-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52180.html>
3. Татаринов, В.Н. Спектры и анализ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.Н. Татаринов, С.В. Татаринов. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 324 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13867.html>

6.2. Дополнительная литература:

1. Веретельникова, Е.Л. Теория вычислительных процессов. Часть 2. Теория сетей Петри и моделирование систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Е.Л. Веретельникова. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010. — 61 с. — 978-5-7782-1340-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47720.html>
2. Калитин, Д.В. Основы дискретной математики. Теория графов [Электронный ресурс]: практикум/ Д.В. Калитин, О.С. Калитина. — Электрон. текстовые данные. — М.: Издательский Дом МИСиС, 2017. — 67 с. — 978-5-906846-68-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/78551.html>
3. Одинец, В.П. Избранные главы теории графов [Электронный ресурс]/ В.П. Одинец, В.А. Шлензак. — Электрон. текстовые данные. — Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2009. — 504 с. — 978-5-93972-748-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16523.html>
4. Токова, А.А. Теория матриц, спектры графа и их приложения [Текст]: учебно-методическое пособие для аспирантов очной и заочной форм обучения направления подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника профиль (направленность) Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Учебно-методическое пособие/ Токова, А.А., Кочкаров А.М. — Черкесск: Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия, 2015. - 9 с.

6.3. Периодические (специализированные) издания

1. Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия Управление, вычислительная техника и информатика. Издательство – Астраханский государственный технический университет. URL:<http://www.iprbookshop.ru/7058.html>
2. Вестник Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана. Серия Естественные науки. Издательство – Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана. URL:<http://www.iprbookshop.ru/23124.html>
3. Вестник Московского городского педагогического университета. Серия Информатика и информатизация образования. Издательство – Московский городской педагогический университет. URL:<http://www.iprbookshop.ru/25581.html>
4. Актуальные вопросы современной науки. Издательство – Пермский институт экономики и финансов. URL:<http://www.iprbookshop.ru/45755.html>
5. Вестник Российского университета дружбы народов. Серия Математика. Информатика. Физика. Издательство – Российский университет дружбы народов. URL:<http://www.iprbookshop.ru/32515.html>
6. Вестник КазНУ. Серия математика, механика, информатика. Издательство – Казахский национальный университет им. аль-Фараби. URL:<http://www.iprbookshop.ru/58569.html>
7. International Journal of Advanced Studies (Международный журнал перспективных исследований). Издательство – Научно-инновационный центр. URL:<http://www.iprbookshop.ru/71537.html>

6.4. Интернет-ресурсы, справочные системы

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks URL: <http://www.iprbooks.ru/> ООО «Ай Пи Эр Медиа» Государственный контракт № 4213/18 от 01.07.2018г. Доступ с 01.07.2018 г. по 01.07.2019 г. на 5000 (пять тысяч) доступов.

ТОКОВА Алла Аскербиевна
КОЧКАРОВ Ахмат Магомедович

ТЕОРИЯ МАТРИЦ, СПЕКТРЫ ГРАФА И ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ

Учебно-методическое пособие для обучающихся направления подготовки
09.06.01 Информатика и вычислительная техника
направленность (профиль) Математическое моделирование,
численные методы и комплексы программ
для очной и заочной форм обучения

Корректор Чагова О.Х.
Редактор Чагова О.Х.
Сдано в набор 25.01.2019 г.
Формат 60x84/16
Бумага офсетная
Печать офсетная
Усл.печ.л. 1,86
Заказ №3528
Тираж 100 экз.

Оригинал-макет подготовлен
В Библиотечно-издательском центре СевКавГГТА
369000, г. Черкесск, ул. Ставропольская, 36